动 物 学 研 究 2006，Apr. 27（2）：151 - 156 CN 53 - 1040/Q ISSN 0254 - 5853
Zoological Research

人工饲养条件下扬子鳄的营巢和产卵行为

张 方[1,2]，吴孝兵[1,*]，孟维志[1]，朱家龙[3]
（1. 安徽师范大学 生命科学学院 重要生物资源的保护及利用安徽省重点实验室，安徽 芜湖 241000；
2. 中国科学院动物研究所，北京 100080；3. 安徽省扬子鳄繁殖研究中心，安徽 宣城 242034）

摘要：2003 ~ 2005 年，利用红外线摄像仪，对人工饲养条件下扬子鳄（*Alligator sinensis*）的营巢和产卵行为进行了研究。扬子鳄在产卵前，有营造后肢落脚洞的行为；在产卵后期，一边产卵，一边覆盖。为探讨气候对营巢的影响，采用线性回归对气候和扬子鳄营巢开始时间进行分析后的结果表明，对营巢开始时间影响最大的是 4 月的平均气温，较高的平均气温会导致扬子鳄营巢开始时间提前。运用主成分分析饲养条件下巢址的环境因子，得出巢址的植被盖度、离水源距离等对扬子鳄的巢址利用有较大影响。

关键词：人工饲养；扬子鳄；营巢；产卵
中图分类号：Q959.640.8；Q958.11 **文献标识码**：A **文章编号**：0254 - 5853（2006）02 - 0151 - 06

Ecology on the Making Nest and Laying Eggs of Chinese Alligator（*Alligator sinensis*）under Artificial Feeding Conditions

ZHANG Fang[1,2]，WU Xiao-bing[1,*]，MENG Wei-zhi[1]，ZHU Jia-long[3]
(1. *College of Life Science, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China;*
2. *Institute of Zoology, the Chinese Academy of Science, Beijing 100080, China;*
3. *Anhui Research Center for Chinese Alligator Reproduction, Xuanzhou 242034, China*)

Abstract: Nest-making and egg-laying behaviors of the Chinese alligator (*Alligator sinensis*) under captive-breeding conditions were studied during a 3-year period field work from 2003 to 2005 using the infrared video camera. And for the first time, a behavior of digging a hole for the hind legs before the eggs were laid was observed. The eggs were not covered all at once, but were covered as the eggs were laid towards the late part of the egg-laying period. To understand the connection between climate and nest-making time, an analysis was conducted based on the theory of linear regression, which showed that the mean temperature of April had the strongest effect upon nest-making time: the higher the mean temperature of April, the earlier the nest-making time started. Principal Components Analysis was also conducted to ascertain the effect of surrounding environment factors upon the choice of nesting sites, which indicated that the level of vegetation canopy and the distance to the water sources were among the principal components.

Key words: Artificial feeding; Chinese alligator (*Alligator sinensis*); Making nest; Laying egg

扬子鳄（*Alligator sinensis*）是中国特有的濒危物种，是世界上最濒危的鳄类之一（Jelden, 2002）。在扬子鳄的生态学研究中，Wang et al（1998）揭示了其生活习性和温度之间的一般规律；He et al（2002a）和 Ding et al（2004）对野生扬子鳄的种群致危因素进行了分析。另外，Ding et al

* 收稿日期：2005 - 10 - 17；接受日期：2006 - 01 - 11
基金项目：国家自然科学基金（30270213）；安徽省优秀青年基金（04043049）；安徽省高校生物环境与生态安全省级重点实验室基金；安徽省教育厅基金（2004kj175）；安徽师范大学校青年基金（160720508）资助
* 通讯作者（Corresponding author），E-mail：wuxb@mail.ahnu.edu.cn
第一作者简介：硕士研究生，讲师，研究方向为动物行为生态学。E-mail：zhangfang@ioz.ac.cn

(2001, 2003)、Wu et al (2004) 和 Zhang et al (2005) 分别对野生扬子鳄的环境，栖息地现状以及洞穴口位置选择、野生条件下扬子鳄吼叫规律和饲养条件下夏秋两季扬子鳄的行为谱与活动节律进行了初步研究。

扬子鳄营巢和产卵行为主要发生在夜间，尽管 Li et al (1981)、Gu & Zhang (1983)、Xu et al (1989)、Chen et al (1979, 2003) 都对其进行过报道，但夜间观察受到方法的限制，其非自然性和局限性是显而易见的，因此，他们的研究结果都没有涉及行为的定量记录。此外，人工饲养条件下，哪些环境因子影响扬子鳄对巢址的利用？营巢开始时间的早或迟与气温及降雨的关系如何？带着这些问题，我们对饲养条件下扬子鳄营巢和产卵的过程进行了研究，拟为扬子鳄野外放归提供基础性资料。

1 研究地点及方法

1.1 研究地点

研究地点设在安徽省扬子鳄繁殖研究中心 (ARCCAR) 内的第一繁殖区。该繁殖区位于东经 116°30′，北纬 30°27′，面积 8 000 m^2，其中水域面积 2 000 m^2。内有圆田螺 (*Cipangopaludina* sp.) 等软体动物以及人工投放的鱼类等。繁殖区内还模拟营造了野生自然环境，主要植被为斑茅草 (*Saccharum arundinaceum*)、小杂竹、灌木丛等。中心为人工岛屿，岛上有杂草和灌木，四周环水，周围建有围墙，除收卵期工作人员中午 12:00—14:00 进入外，整个繁殖期禁止人员进入，以避免过多人为干扰。饲养的扬子鳄全部来自野生环境，已有 19 年繁殖史，雌雄比约为 3:1 (雄性 17，雌性 54 条)，且种群结构较稳定。

1.2 方法

根据鳄类对建巢地点的选择，笔者将建巢的方式归纳为 5 种类型：即建陆地隆巢型 (mound nest)、洞巢型 (hole nest) (Modha, 1967)、浮巢型 (floating nest)、陆地隆巢和浮巢 (floating nest) 兼营型 (Hall et al, 1987) 以及陆地隆巢和洞巢兼营型 (Varona, 1986; Campbell, 1972)。扬子鳄属建陆地隆巢型，该建巢方式在鳄类中最为常见 (Thorbjarnarson, 1994)。每年从 6 月上旬—7 月下旬，先经过 3 天 (6 月 16—18 日) 的预观察 (每天早晨和傍晚进入繁殖区，检查人工投放的巢材有无翻动迹象)，在第一繁殖区内选择两处相邻且最有可能产卵的窝点 (根据对巢材的翻动程度，翻动越大利用该巢产卵的可能性越大)，利用红外线摄像仪 (型号：SC-486NIR，彩色 480TVL，黑白 420TVL) 对两巢实现 24 h 跟踪拍摄，包括清晰记录所有夜间活动。监视器离两巢的直线距离为 8～10 m。另外每天中午 12:00—14:00 时乘雌鳄下水休息之际，进入繁殖区检查各巢穴是否有营巢迹象，以确定雌鳄营巢数。营巢后期测量巢穴的大小，为防止干扰，测量时注意不触动巢穴。巢址利用 (包括老繁殖区的巢) 是以巢址为中心，利用 2 m×2 m 样方进行调查 (Chen, 1979)。内容包括：植被种类、植被高度 (m)、植被盖度 (估测值)、巢址离水源远近 (巢址中心离水塘的直线距离，m)、距离水面的高度 (m)、地势的平坦度 (3 个等级，1. 平坡：0～5°；2. 缓坡：5～20°；3. 斜坡：20～45°)、干扰度 (巢址中心与繁殖区内工作人员通道的直线距离，m)、通道畅通度 (扬子鳄入水通道宽，m) 等。

扬子鳄的营巢行为包括选巢、占巢、筑巢、护巢、抢巢等。各种营巢行为定义如下：选巢：雌鳄在巢材上留粪便，松动部分巢材，标记选用的巢址。占巢：雌鳄在巢材上留粪便，松动部分巢材并到巢护卫。筑巢：包括产前期筑巢和临产期筑巢。产前期筑巢：雌鳄爬卧在投放的芒草上，身体碾压，四肢扒爬巢区散开的巢材；临产期筑巢：即在产卵前 1～2 天内，扬子鳄爬上巢穴的顶部，用后肢交替，从泄殖腔下部的巢穴中心处向外扒爬巢材，营造产卵洞。护巢：通过威胁 (恐怖的呼声)、撕咬驱赶入侵者。抢巢：抢占其他雌鳄的成型巢产卵 (或强行赶走原巢雌鳄；或乘原巢雌鳄不在抢空巢产卵)。

1.3 数据处理与统计分析

分析前，先对营巢开始日期进行处理，扬子鳄通常在产卵前 10 天左右开始营巢 (Li et al, 1981)，可以从扬子鳄当年最早的产卵时间 (初产时间) 来推测其营巢的开始时间，将最早的营巢开始日期 6 月 18 日定为 0，其余的数值分别为其与 6 月 18 日相距的天数。把 Nie et al (1997) 1992—1996 年和扬子鳄中心提供的 1999—2001 年扬子鳄的营巢开始期、初产期、气温和降雨量归纳到表 1。通过线性一元回归找出对营巢开始时间有显著影响的气候因子，再结合逐步多元回归分析，确定对营巢开始时间影响最大的气候因子。利用SPSS12.0

表 1　扬子鳄的营巢开始期、初产期、气温和降雨量

Tab. 1　Starting day of making nest, the temperature and precipitation

年份 Year	气温 Temperature（℃）			降雨量 Precipitation（mm）			营巢开始期 Time of making nest	初产期 Time of first laying eggs
	4 月 April	5 月 May	6 月 June	5 月 May	6 月 June	7 月 July		
1992	16.6	20.9	23.4	84.4	143.5	34.2	6－20	6－30
1993	15.7	19.5	25.1	171.2	252.8	256.0	6－28	7－08
1994	16.9	23.3	24.7	153.8	142.5	38.8	6－18	6－28
1995	14.9	21.3	24.0	185.8	289.8	197.6	7－04	7－14
1996	14.5	20.2	24.4	167.2	254.5	262.2	7－05	7－15
1999	15.9	21.5	23.2	186.1	83.7	210.7	7－02	7－12
2000	16.9	22.4	25.4	218.7	72.8	86.3	6－19	6－29
2001	15.3	21.9	24.3	93.7	207.3	88.9	6－25	7－05

1992—1996 年数据来自 Nie et al（1997），其余数据由扬子鳄中心提供（The data of 1992－1996 from Nie et al，1997；The data of 1999－2001 from the ARCCAR）。

统计软件的主成分分析法，将扬子鳄 128 个巢址（2004 年 58 个；2005 年 70 个）周围的环境因子组合成相互独立的几个能充分反映总体信息的因子进行分析，找出影响扬子鳄巢址利用的主要环境因子。

2　结　果

2.1　营巢行为及各行为的时间分配

占巢：扬子鳄多为晚间到巢，占总观察次数（69 次）的 94.2%，白天很少到巢（占观察次数的 5.8%），偶尔到巢也未见频繁的扒爬和松动巢材现象。

筑巢：前期偶见用后肢扒爬巢区的芒草（*Miscanthus sinensis*），一次持续时间为（20 ± 5）min（$n = 6$）。未见用吻部或四肢在地面扒巢基、用嘴拱咬表层植物将其揉烂以及用嘴向巢穴中心拱的动作。相邻两次扒爬方向相反且在同一直线上，一侧肢扒爬（6 ± 3）次（$n = 6$），频率为（1.10 ± 0.28）s。临近产卵，扬子鳄会营造后肢落脚洞，该过程持续（30 ± 6）min（$n = 6$）。

护巢：一类为主动护巢型（7 次），占 8.2%，即几乎全天守护并有护巢攻击行为；另一类为消极护巢型（78 次），占 91.8%，即时而到巢或放弃对巢穴的护卫，无护巢攻击行为。

2.2　产卵行为

产卵开始时，扬子鳄后肢插入夯实好的落脚洞，泄殖腔口对着产卵洞，扬子鳄腹部不停收缩（产卵波），随后每产一枚卵，泄殖腔上抬一次。随着所产卵数增多，则一边产卵，一边用后肢向泄殖腔部扒爬巢材掩盖刚产出的卵。当泄殖腔部不再抬起时，即意味产卵结束。随后一边向泄殖腔部扒爬巢材，一边缓慢前移，开始爬向巢的外围并离开巢穴（在附近竹林守候护巢），经统计相邻卵产出的时间间隔为（3.59 ± 0.87）min（$n = 6$）。

2.3　巢址利用

扬子鳄巢址利用因子的各主成分的特征值及各特征值的贡献率见表 2。

前 3 个主成分的贡献率均大于 1，当提取前 4 个主分量时，累计贡献率达到 80.31%，说明前 4 个主成分基本包含了 6 个变量的总信息量。提取前 4 个主成分并计算出各变量对应的特征向量（表 3）。

由表 3 可知，对第一主成分影响较大的是植被盖度，其相关系数为 0.925。这反映了扬子鳄对巢的隐蔽要求。在第二主成分中，影响最大的是离水源的距离，其相关系数为 0.963。第三主成分中巢址的平坦度对其影响较大，相关系数为 0.943，其次是巢址离水面的高度，相关系数为 0.781。第四主成分中干扰度对巢址利用的影响较大，相关系数为 0.893，这反映了人活动对扬子鳄选择巢址的影响。

表 2　扬子鳄巢址利用因子各主成分的特征值

Tab. 2　Contribution and eigenvalues of principle components for nest-site utilization of Chinese alligator

	主成分 Principle component					
	1	2	3	4	5	6
特征值 Eigenvalue	1.59	1.31	1.06	0.86	0.64	0.55
贡献率 Contribution（%）	26.48	21.81	17.67	14.35	10.48	9.21
累计贡献率 Cumulative contribution（%）	26.48	48.29	65.96	80.31	90.79	100.00

表 3 扬子鳄巢址利用因子特征向量的转置矩阵

Tab. 3 Rotated matrix of diagnostic vectors for nest-site utilization of Chinese alligator

生境因子 Ecological factor	特征向量 Diagnostic vectors			
	1	2	3	4
植被高度 Height（m）	0.023	−0.115	−0.031	0.103
植被盖度 Coverage	0.925	−0.006	−0.017	0.172
干扰度 Disturbance（m）	0.123	0.029	−0.174	0.893
离水源距离 Distance to water sources（m）	−0.113	0.963	−0.025	−0.006
平坦度 Flatness	0.109	−0.341	0.943	−0.164
离水面高度 Height to water surface（m）	−0.131	0.501	0.781	0.049

主成分分析结果表明：植被盖度、离水源距离、平坦度、离水面高度、干扰度等生境因子对饲养条件下扬子鳄巢址的利用有较大影响，各自的载荷量（贡献率）分别为 26.48%、21.81%、17.67%、14.35%。扬子鳄偏好利用具有中等程度的植被盖度、离水源 2～4 m、离水面高度为 1 m 左右、地面平坦地方的巢址（表 4）。

2.4 扬子鳄的营巢时间及其与气温的关系

根据 8 年的数据，最早为 6 月 18 日（1994 年）。4 月份的气温与营巢开始期显著相关（表 5），营巢开始期与气温的关系为：D = 115.648 − 6.773T（R^2 = 0.800，P = 0.003），（D：营巢开始期；T：4 月份气温），可见 4 月份较高的温度会促使扬子鳄开始营巢的时间提前。

表 4 扬子鳄巢址利用因子的主成分分类

Tab. 4 Classification of principle component for nest-site utilization of Chinese alligator

主成分 PC	生境因子 Ecological factor		命名 Name	贡献率 Contribution（%）
PC1	植被盖度 Coverage（%）	40.12 ± 22.36	隐蔽因素 Refuge factor	26.48
PC2	距水源距离 Distance to water sources（m）	3.14 ± 1.23	水源因素 Water source factor	21.81
PC3	平坦度 Flatness	1	温度因素 Temperature factor	17.67
	离水面高度 Height to water surface（m）	1.12 ± 0.23		
PC4	干扰度 Disturbance（m）	4.16 ± 2.31	干扰因素 Disturbance factor	14.35

表 5 营巢开始期与气温和降雨量的回归分析的相关系数

Tab. 5 Analysis of regression between the state day of making nest and the factors of climates

	单元回归 Single variable regression		多元回归 Stepwise multiple variable regression	
	R	P	B	P
气温 Temperature（℃）				
4 月 April	−0.894*	0.003	−6.773*	0.003
5 月 May	−0.591	0.123	−0.217	0.641
6 月 June	−0.324	0.433	−0.373	0.410
降雨 Precipitation（mm）				
5 月 May	0.275	0.510	0.614	0.143
6 月 June	0.594	0.121	−0.418	0.350
7 月 July	0.885*	0.003	0.748	0.053

3 讨 论

3.1 饲养和野生条件下扬子鳄营巢和产卵行为差异

巢址选择涉及较多复杂的环境因子。野生条件下，扬子鳄会用近一周的时间（占整个营巢时间的 70%）来选择合适的巢址（Li et al，1981）；但在饲养条件下，由于供其选择的巢址相对固定以及巢址条件较好，巢址选择的时间缩短。本次观察未见扬子鳄用吻部和四肢在地面扒巢基浅凹的行为，也可能是由于巢址相对固定以及巢址条件较好所致。野外观察，扬子鳄有用嘴咬断杂草收集巢材的现象（Chen et al，2003），但我们在 3 年的观察中均未见上述现象，与 Gu & Zhang（1983）的观察结果一致。用嘴收集巢材与巢址周围的巢材密切相关，只有当巢址周围枯枝落叶较少或杂草生长得较为牢固时，扬子鳄才会用嘴去收集这些杂草。也未见扬子鳄用嘴拱咬将巢表层植物揉烂的动作，可能是繁殖

区内已具有半腐败的巢材的缘故。野生鳄在利用新鲜的杂草时会用嘴将其揉烂，建造并夯实后肢落脚点。这是因为在随后的产卵过程中，扬子鳄要将后肢插入其中，如落脚点不实将直接影响其产卵。

野生鳄在卵全部产出后，再用后肢扒草将其覆盖（Chen et al，2003；Li et al，1981），密河鳄也如此（Hunt et al，1982）。但在饲养条件下，在产卵中期，扬子鳄就会一边产卵，一边扒爬巢材以掩盖刚产出的卵；待产卵结束后，扬子鳄会继续向泄殖腔部扒爬巢材进一步掩盖卵，同时一边缓慢前移。如果排除人工观察的局限性（只观察到全部卵产出后的扒爬情况），导致上述差异的可能原因，是长期人工饲养所导致的环境胁迫（如在产卵过程中长期受到干扰），从而使扬子鳄的产卵行为发生了改变。

3.2　营巢开始时间和气温与降雨的关系

扬子鳄属外温动物，对环境温度的依赖较明显（Chen & Wang，1984；Webb et al，1992；Zhu & Li，1997；Wang et al，1998；Zhang，2001；He et al，2002b）。饲养条件下，扬子鳄一般在 3 月底 4 月初结束冬眠，在刚刚解除冬眠的 4 月，如果平均气温较高则摄食量会加大，营养吸收多，同时多晴天使得扬子鳄接受更多的光照以致代谢加快，从而促进了卵的较早成熟，并进一步导致营巢开始时间提前，为提前产卵做好准备。营巢开始时间的提前还预示着当年产卵量的上升（Nie et al，1997）。除了 4 月的气温影响，7 月较少的降水也会使扬子鳄的营巢开始时间提前（表 5），过多的降雨会对扬子鳄营巢带来较大的负面影响，严重的会导致产卵停止（Chen & Wang，1984），这也说明扬子鳄的营巢活动并非受到单一因素的制约，任何异常的气候都会对其造成较大的影响。

3.3　环境因子对扬子鳄巢址利用的影响

巢位是繁殖行为的环境载体，通过巢位选择，扬子鳄能找到一个繁殖成效最大而营巢代价最小的营巢环境，以保证繁殖活动的顺利进行。对影响扬子鳄巢址利用的环境因素，以往的研究（Xu et al，1989）只是给予了简单说明，尚缺乏统计支持。扬子鳄为典型的陆地营隆巢型，植被盖度是扬子鳄选巢时的重要参考因子，选择较为隐蔽的巢址会减少繁殖干扰，提高个体繁殖效率。同时适当的植被盖度，满足了扬子鳄在孵卵中对阳光的要求。因为鳄类不孵卵，维持正常孵化温度的热量来自阳光、巢材腐烂以及白蚁巢所发出的热量（Magnusson et al，1985）。同样，扬子鳄也是靠阳光和巢材腐烂产生的热量维持孵化温度（Li et al，1981；Chen et al，2003）。如果巢区植被盖度过低，就会导致日照时间过长，温度过高，从而导致蒸发量过大，巢内湿度不足，影响卵的发育（Gu & Zhang，1983；Wang et al，2000）。但凯门鳄（*Caiman crocodilus*）却将其巢址选择在开阔地点，甚至在不固定的巢基上，并以其为策略提高种群后代的成活率。产生这种差异的原因可能与可供选择的巢址多少有关（Oubotor et al，1988）。与野生扬子鳄的巢址植被盖度（Wang et al，2000）相比，饲养条件下的植被盖度较低，这也是一种对环境的适应。因为在野生条件下，扬子鳄更易受到干扰，较高的植被盖度有利于巢的保护。

巢址距离水源的距离对巢址利用也有较大影响，但处于次要地位。扬子鳄利用巢材腐烂发酵产热时，必须保证巢材的湿度。在干旱季节，扬子鳄会到水塘中沾湿身体，然后带着少量水滴在巢上爬，使巢湿润以保证巢材的腐烂。鳄类中的湾鳄（*Alligator porosus*）也以这样的方法来保持巢的湿度（Messel et al，1989）。距离池塘太近（< 2 m = 或太远（> 4 m）的巢址将不利于扬子鳄的营巢和取水保湿。选择平坦地方的巢址，是因为平坦的巢址巢底地温和湿度一致，利于保持巢内一致的温度和湿度（Li et al，1981）。在繁殖区内，由于人工投放芒草的位置不当，会导致部分扬子鳄选不到合适的巢址而发生抢巢，同时干扰也会使雌鳄放弃正在或已营好的巢。中途弃巢的现象在其他鳄类中也存在（Joanne，1981）。

上述结果提醒我们，人工巢址的正确选择以及避免干扰对提高饲养条件下的扬子鳄的产卵量具有重要的意义。

致谢：安徽省扬子鳄繁殖研究中心王朝林主任、聂继山科长、邵明所长和汪仁平科长以及章松等同志在实验期间提供相关繁殖和气象等资料，在此一并致谢！

参考文献:

Chen BH, Hua TM, Wu XB, Wang CL. 2003. Research on the Chinese alligator [M]. Shanghai: Education Press of Sciences & Technology, 248-258. [陈壁辉, 华田苗, 吴孝兵, 王朝林. 2003. 扬子鳄研究. 上海: 上海科技教育出版社, 248-258.]

Chen BH, Li BH. 1979. Primary studies on ecology of Chinese alligator [J]. *J Anhui Normal Univ* (*Natural Science*), (1): 69-78. [陈壁辉, 李炳华. 1979. 扬子鳄生态初步观察. 安徽师范大学学报(自然科学版), (1): 69-78.]

Chen BH, Wang CL. 1984. Artificial reproduction of *Alligator sinensis* [J]. *Acta Herpetol Sin*, **3** (2): 49-53. [陈壁辉, 王朝林. 1984. 扬子鳄的人工繁殖. 两栖爬行动物学报, **3** (2): 49-53.]

Campbell HW. 1972. Ecological or physiological interpretations of crocodilian nesting habits [J]. *Nature*, **238**: 404-405.

Ding YZ, Wang XM, He LJ, Shao M, Xie WS, Thorbjamarson BJ, McMurry TS. 2001. Study on the current population and habitat of the wildth Chinese alligator (*Alligator sinensis*) [J]. *Biodiversity Science*, **9** (2): 102-108. [丁由中, 王小朗, 何利军, 邵 民, 谢万树, Thorbjarmarson BJ, MeMurry TS. 2001. 野生扬子鳄种群栖息地现状研究. 生物多样性, **9** (2): 102-108.]

Ding YZ, Wang XM, He LJ, Wang ZH, Wu W, Tao FY, Shao M. 2003. Position of burrow entrances in wild Chinese alligators [J]. *Zool Res*, **24** (4): 254-258. [丁由中, 王小明, 何利军, 王正寰, 吴 巍, 陶峰勇, 邵 民. 2003. 野生扬子鳄洞穴口的位置选择. 动物学研究, **24** (4): 254-258.]

Ding YZ, Wang XM. 2004. Factors influencing the population status of wild Chinese alligator (*Alligator sinensis*) [J]. *Biodiversity Science*, **12** (3): 34-33. [丁由中, 王小明. 2004. 野生扬子鳄种群动态变化及致危因素. 生物多样性, **12** (3): 34-33.]

Gu WY, Zhang HS. 1983. Primary studies on reproduction ecology of Chinese alligator [J]. *Acta Herpetol Sin*, **2** (4): 72-74. [顾文仪, 张海生. 1983. 扬子鳄繁殖生态初报. 两栖爬行动物学报, **2** (4): 72-74.]

He LJ, Ding YZ, Li XH, Hu LY, Wang XM, Shao M, Xie WS, John Thorbjamarson, Gu CM. 2002a. The research on the Chinese alligator population and habitat quality in Nanling County, Anhui Province [J]. *Chin J Zool*, **37** (1): 31-35. [何利军, 丁由中, 李秀洪, 胡林英, 王小明, 邵 民, 谢万树, John Thorbjamarson, 顾长明. 2002a. 南陵县扬子鳄的种群数量及栖息地质量. 动物学杂志, **37** (1): 31-35.]

He LJ, Wang XM, Ding YZ, Shao M, Wang GH. 2002b. Influence of temperature Chinese alligator on egg incubation of the wild (*Alligator sinensis*) [J]. *Acta Zool Sin*, **48** (3): 420-424. [何利军, 王小明, 丁由中, 邵 民, 汪国宏. 2002b. 温度对扬子鳄卵野外孵化的影响. 动物学报, **48** (3): 420-424.]

Hall P, Johnson DR. 1987. Nesting biology of *Crocodylus novaeguineae* in lake Murray district, Papua New Guinea [J]. *Herpetologica*, **43**: 249-258.

Hunt RH, Watanabe ME. 1982. Observations on the maternal behavior of the American alligator (*Alligator mississippiensis*) [J]. *J Herpetol*, **16** (3): 235-239.

Jelden D. 2002. Speech at the opening ceremony of the international workshop on protection and reintroduction of Chinese alligator [A]. In: Department of Wildlife Conservation State Forestry Administration, P. R. China. Status and Future Conservation for Chinese Alligator and Crocodiles in the World [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 7-9.

Joanne TL, McNease. 1981. Nesting chronology of the American alligator and factors affecting nesting in Louisana [A]. The Fist Annual Alligator Production Conference [C].

Li BH, Chen BH, Liang RJ. 1981. Primary studies on reproduction ecology of Chinese alligator [J]. *J Anhui Normal Univ* (*Natural Science*), (1) 43-47. [李炳华, 陈壁辉, 梁仁济. 1981. 扬子鳄繁殖生态初步研究. 安徽师范大学学报, (1) 43-47.]

Magnusson WE, Lima AP, Sampaio RA. 1985. Sources of heat for nests from *Paleosuchus trigonatus* and a review of crocodilian nest temperatures [J]. *J Herpetol*, **19** (2): 199-207.

Messel H, Vorlicek GC. 1989. Ecology of *Crocodylus porosus* in Northern Australia [A]. In: Crocodiles: Their Ecology, Management and Conservation [C]. Switzerland: A Special Publication of the IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, 163-184.

Modha ML. 1967. The ecology of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus* Laurenti) on Central Island, Lake Rudolf [J]. *E Afr Wildl J*, **5**: 74-95.

Nie JS, Zhou YJ, Chen XS. 1997. Studies on the relationship between the egg laying and the climate of Chinese alligator [J]. *J Anhui Univ* (*Natural Science*), **21** (4): 103-105. [聂继山, 周应健, 程雪生. 1997. 扬子鳄产蛋和天气的关系. 安徽大学学报, **21** (4): 103-105.]

Oubotor PE, Nanhoe LMR. 1988. Habitat selection and migration of *Caiman crocodilus crocodilus* in a swamp and swamp-forest in northern Suriname [J]. *J Herpetol*, **22**: 283-294.

Thorbjarnarson JB. 1994. Reproductive ecology of the spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in the Venezuelan llanos [J]. *Copeia*, (4): 907-919.

Varona L. 1986. Algunos datos sobre etología de *Crocodylus rhombifer* (Reptilia, Crocodylidae) [J]. *Poeyana*, **313**: 1-8.

Wang RP, Zhou YJ, Wang CL, Ye RQ. 1998. The relationship between the environment temperature and the life habits of the Chinese alligator (*Alligator sinensis*) [J]. *Chin J Zool*, **33** (2): 33-35. [汪仁平, 周应健, 王朝林, 叶日全. 1998. 扬子鳄生活习性与环境温度的关系. 动物学杂志, **33** (2): 33-35.]

Wang GH, He LJ, Shao M. 2000. The primary studies on the relationship of the environment and incubation in Jing County [J]. *Sichuan J Zool*, **19** (2): 82-83. [汪国宏, 何利军, 邵 明. 2000. 泾县野生扬子鳄卵孵化与环境关系初探. 四川动物, **19** (2): 82-83.]

Webb GJ, Vernon WB. 1992. Crocodilian management in the People's Republic of China: A review with recommendations [A]. In: Crocodile Conservation Action [C]. Switzerland: IUCN-The World Conservation Union, 1-27.

Wu JS, Wang XM. 2004. Regulation of bellowing of Chinese alligators (*Alligator sinensis*) in the wild [J]. *Zool Res*, **25** (4): 281-286. [吴建盛, 王小明. 2004. 野生条件下扬子鳄的吼叫规律. 动物学研究, **25** (4): 281-286.]

Xu J, Xie WS, Pan HT. 1989. Nesting ecology of *Alligator sinensis* in artificial reproduction area [J]. *Sichuan J Zool*, **8** (4): 16-18. [许 建, 谢万树, 潘洪唐. 1989. 人工繁殖区内扬子鳄的营巢生态. 四川动物, **8** (4): 16-18.]

Zhang F, Wu XB, Zhu JL, Zhang S. 2005. Primary research on the activity rhythm and the behavior coding of capative-bred Chinese alligator in summer and autumn [J]. *Acta Hydrobiol Sin*, **29** (5): 488-494. [张 方, 吴孝兵, 朱家龙, 章 松. 2005. 夏秋两季饲养条件下扬子鳄的行为谱和活动节律初步研究. 水生生物学报, **29** (5): 488-494.]

Zhang F. 2001. The characters on reproduction and feeding of crocodile [J]. *Bull Biol*, **36** (8): 9-11. [张 峰. 2001. 鳄类的取食和繁殖习性. 生物学通报, **36** (8): 9-11.]

Zhu JK, Li XM. 1997. Primary studies on the reproduction and growth characters of *Alligator sinensis* under the surroundings simulating the nature [J]. *J Aquacul*, (3): 18-19 [朱久康, 李显美. 1997. 扬子鳄在模拟自然生态环境下的生长与繁殖习性的初步研究. 水产养殖, (3): 18-19.]